



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

MONTOVANÁ KONSTRUKCE VÝROBNÍHO KOMPLEXU S ADMINISTRATIVOU

PRECAST CONSTRUCTION OF PRODUCTION COMPLEX WITH
ADMINISTRATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Škoda

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN PERLA

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3608T001 Pozemní stavby
PRACOVISTĚ	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	Bc. Martin Škoda
NÁZEV	Montovaná konstrukce výrobního komplexu s administrativou
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	Ing. Jan Perla
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

.....
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Situace, řezy, půdorysy, IGP

Základní normy (včetně všech změn a doplňků):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991: Zatížení konstrukcí (část 1-1 až 1-7)

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura:

podle doporučení vedoucího diplomové práce

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Návrh a posouzení montované nosné konstrukce dvoupodlažní administrativní části jako součásti přístavby výrobního areálu včetně návrhu styků a spojů železobetonového skeletu.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti dle níže uvedených směrnic).

Výkresová část:

- schéma skladby celé konstrukce;

- podrobné výkresy skladby administrativní části včetně detailů styků a spojů;

- výrobní výkresy vybraných prefabrikátů (dle pokynů vedoucího diplomové práce).

Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce).

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....

Ing. Jan Perla

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem nosných konstrukcí v montovaném skeletu. Výpočet vnitřních sil je proveden pomocí programu Dlubal RFEM. Pro posouzení byly zvoleny dva nejvíce zatížené průvlaky (středová a krajový), k nim odpovídající sloupy a kalich na pilotě. Práce obsahuje statický výpočet, montážní zprávu, dílčí výpočty řešených prvků, výkresy sestavy dílců, montážní detaily, dílenskou dokumentaci řešených prvků.

KLÍČOVÁ SLOVA

Montovaný skelet, průvlak (nosník), sloup, ztužidlo, předpjatý stropní panel, montážní detail, krátká konzola, montážní stádium, provozní stádium, vnitřní síly, výkres skladby, dílenská dokumentace

ABSTRACT

This Final thesis deals with the design of main supporting structure of the precast concrete frame. Calculation of internal forces is made by software system Dlubal RFEM. For the assessment were selected two most loaded beams with corresponding columns and calyx on the pilot. This thesis contains structural design, mounting report, sectional calculations of selected elements, mounting details, workshop documentation of selected elements.

KEYWORDS

Precast concrete frame, beam, column, bracing, prestressed concrete floor slab, mounting details, short console, mounting stadium, operating stadium, internal forces, composition drawing, workshop documentation

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Martin Škoda *Montovaná konstrukce výrobního komplexu s administrativou*. Brno, 2017. 15 s., 207 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Perla

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2017

Bc. Martin Škoda
autor práce

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce Ing. Janu Perlovi za jeho pomoc, odborné rady, ochotu ale i trpělivost, jež mi poskytl při vypracovávání této diplomové práce. Také bych chtěl poděkovat Ing. Vladimíru Pulcovi rovněž za mnohé odborné rady. Mé poděkování patří i mým rodičům, kteří mě podporovali po celou dobu studia.

Obsah

Úvod.....	9
Popis objekt	9
Výpočtový model.....	10
Zatížení	10
Použité materiály.....	11
Požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí.....	12
Požadavky na protipožární ochranu konstrukcí.....	12
Podmínky a postup provádění.....	12
Požadavky na bezpečnost při provádění	12
Seznam použitého softwaru	12
Závěr	12
Použitá literatura a normy	13
Seznam použitých zkratk a symbolů	13
Seznam příloh.....	15

1. Úvod

Předmětem diplomové práce je návrh nosných konstrukcí administrativní části skladiště ve Slavkově u Brna. Jedná se o stavbu sestavenou z prefabrikovaných dílců. Přibližné půdorysné rozměry jsou 36m x 24m, výškou nad přiléhajícím terénem cca 7,6m.

Pro posouzení byly zvoleny dva nejvíce zatížené průvlaky (středový a krajový), k nim odpovídající sloupy a kalich na pilotě. Byl kladen důraz na posouzení styků a spojů.

2. Popis objektu

2.1. Stavební řešení objektu

Řešená objekt má na části půdorysu dvě podlaží, ve zbytku je pouze jedno. Nosný systém je podélný s příčnými výztuhami. Tvoří jej rámy složené ze čtvercových sloupů a na nich uložených průvlacích (tvar obráceného „T“, v krajních polích „L“). Sloupy mají rozměr 400x400 mm a jsou průběžné přes dvě podlaží. Průvlaky jsou uloženy na krátké konzoly nebo přímo na horní hranu sloupu a jsou kotveny přes smykové trny. Na průvlaky jsou uloženy předpjaté stropní panely spiroll s dodatečnou nadbetonávkou. Ve spárách mezi panely jsou zalaty pruty záhlvkové výztuže, přenášející tahové síly. Slouží k účinnějšímu zmonolitnění stropní desky a tím i lepšímu spolupůsobení. Z hlediska prostorové tuhosti můžeme tedy říci, že se jedná o sloupový systém, kde jsou sloupy vetknuty do základů a ztuženy v úrovni stropních konstrukcí. Krajní sloupy, které jsou zatíženy větrem, tak předávají část zatížení do vnitřních sloupů právě přes zmonolitněné stropní desky.

2.2. Založení objektu

Založení objektu není součástí této práce. Předpokládá se založení na pilotách. Rozměry by byly spočítány z únosnosti zeminy zjištěné z inženýrsko-geologického průzkumu. Na pilotách budou vybetonovány kalichové hlavice pro ukotvení sloupů. Po zalití záhlvkou a při správném provedení daných požadavků, se spoj považuje za plně vetknutý. Na hlavicích jsou uloženy základové nosníky. Nad kalichy a nosníky bude podkladní betonová deska tloušťky 150 mm, z betonu C20/25 XC2. Předpokládá se vyztužení kari sítí při obou površích a to sítí 8/150/150 Bst 500M.

2.3. Vodorovné konstrukce

STROPNÍ PANELY

Stropní konstrukci tvoří předpjaté stropní panely SPIROLL a jednotné výšce 250 mm. Panely budou osazeny do maltového lože tl. 10-15 mm. Z důvodu dodatečného zalévání a nadbetonování musí být vylehčovací dutiny v panelech zavíčkované. Zmonolitňující nadbetonávka je provedena z betonu třídy C25/30 XC1.

PRŮVLAKY

V úrovni střechy jsou průvlaky ukládané na sloupy, navlečené na vytrnování ze sloupů. Průvlaky v 1.NP, které neleží přímo na sloupech, jsou uloženy na krátkou konzolu průběžného sloupu a navleknuty na kotevní trn.

Průvlaky mají tvar obráceného písmene „T“, v krajních polích „L“.

ZTUŽIDLA

Ztužidla tvoří ztužující prvek v příčném směru stavby a zajišťují její tuhost. Mají obdélníkový průřez. Ztužidla jsou ukládána stejně jako průvlaky přes trn na krátkou konzolu průběžného sloupu.

Průvlaky i ztužidla jsou ukládány na elastomerická ložiska. Toto řešení bylo zvoleno z důvodu, aby reakce od průvlaků a ztužidel působily blíže sloupů a nedocházelo k porušení odtržením konce konzoly (odštípnutí rohu). K tomuto porušení docházelo při ukládání na maltu.

2.4. Svislé konstrukce

SLOUPY

Sloupy jsou hlavními svislými nosnými konstrukcemi. Podle toho, v které části půdorysu budou umístěny, jsou buď na jedno resp. na dvě podlaží.

Sloupy jsou vetknuty do kalichů. Vetknutí vznikne díky zdrsnění povrchu dolní části sloupu a vnitřní stěny kalichu.

OBVODOVÝ PLÁŠŤ

Obvodový plášť je tvořen lehkými samonosnými plechovými sendvičovými stěnovými panely.

VNITŘNÍ NENOSNÉ KONSTRUKCE

Příčky jsou navrženy jako lehké SDK konstrukce, tl. 150mm

SCHODIŠTĚ

Schodiště je navrženo jako prefabrikované, osazené přes ozub na průvlaky. Návrh výztuže schodiště není součástí této projektové dokumentace.

3. Výpočtový model

Ve výpočtovém programu RFEM byl vytvořen statický model. Z důvodu, že je celá stavba jeden dilatační celek, který spolupůsobí, bylo nutné vytvořit model celé stavby, tj. skladiště i administrativní budova. Model byl vytvořen jako systém sloupů, na nichž jsou uloženy primární a sekundární nosné průvlaky působící jako prosté nosníky. V administrativní části byla v modelu v úrovni stropů vytvořena ztužující tuhá deska, která má napodobovat působení skutečné stropní konstrukce po zmonolitnění.

Dále byly vytvořeny dodatečné modely sloupů, které mají simulovat zatížení sloupů od krátkých konzol. Díky superpozici mohli být pak výsledky sečteny.

Byl vytvořen i model sloupu pro posouzení v montážní fázi. Tento sloup je zatížen pouze v úrovni stropu nad 1.NP. Je zde uložen průvlak se stropními panely. Horní část sloupů zůstává volná.

4. Zatížení

Konstrukce byly navrženy na zatížení vlastní tíhou, a užitným zatížením v souladu s ČSN 730035 - Zatížení stavebních konstrukcí.

Místo stavby: **Slavkov u Brna**

Pro návrh prvků byly uvažovány tyto hodnoty zatížení :

Klimatické - sníh pro II. sněhovou oblast $s_o = 1,0 \text{ kN/m}^2$

vítr pro II. větrovou oblast $w_o = 0,95 \text{ kN/m}^2$, terén kategorie III

Užitné - B - kanceláře

$2,5 \text{ kN/m}^2$

Užitné - H - nepřístupné střechy

$0,8 \text{ kN/m}^2$

5. Použité materiály

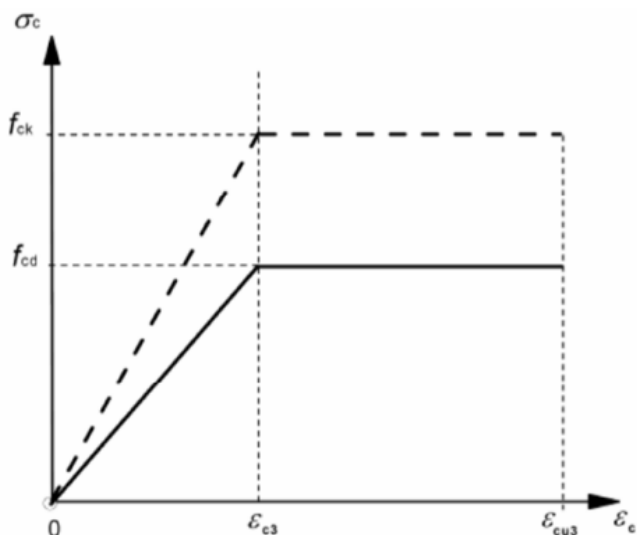
5.1. Beton

Piloty: C30/37 XC2

Hlavice pilot C35/45 XC2

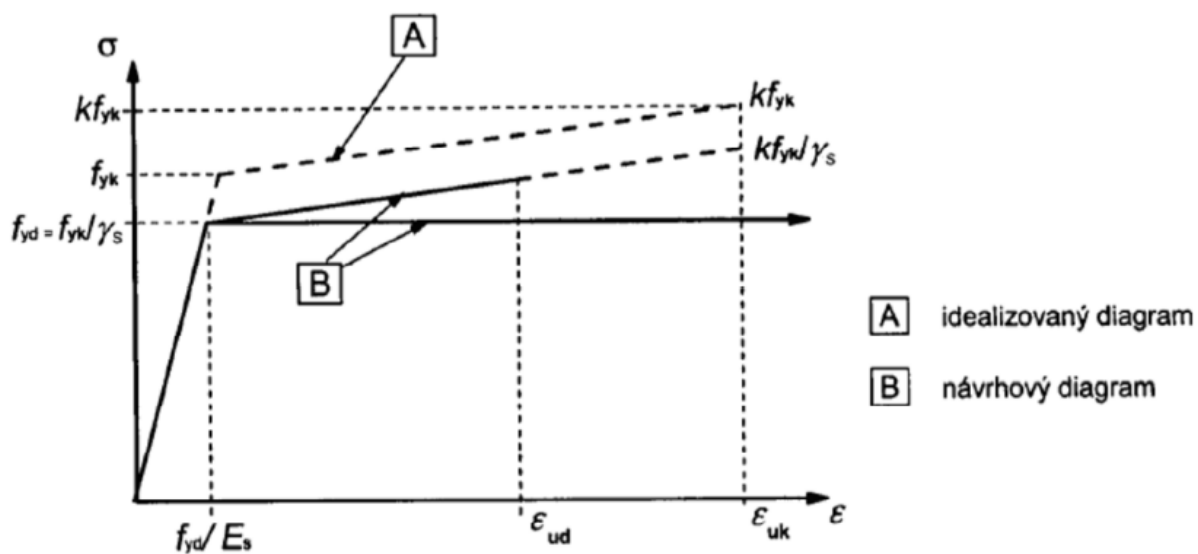
Sloupy C40/50 XC1

Průvlaky, ztužidla, panely C45/55 XC1



5.2. Výztuž

B 500B



5.3. Ocelové konstrukce

Ocel S 235

6. Požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí

Při zakrývání nosných konstrukcí musí být přítomen technický dozor stavby případně autor návrhu (např. kontrola výztuže před betonáží, kontrola spojů krovu).

7. Požadavky na protipožární ochranu konstrukcí

Požadovaná požární odolnost železobetonových konstrukcí je zajištěna dostatečným krytím výztuže.

8. Podmínky a postup provádění

Pro geometrickou toleranci je uvažována **toleranční třída 1** a kontrola kvality dle **prováděcí třídy 2** dle normy ČSN EN 13670. Způsob manipulace, manipulační pevnosti, způsob skladování prvků a osazení je vykresleno ve výkresové dokumentaci. Přesný postup provádění viz příloha P4) Montážní zpráva.

9. Požadavky na bezpečnost při provádění nosných konstrukcí

Při provádění stavebních prací je třeba respektovat NV č. 362/2005 Sb. a NV č. 591/2006 Sb. o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích a Nařízení vlády 93/2012 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. Za dodržování zodpovídá dodavatel.

Při provádění bude postupováno dle platných norem ČSN pro jednotlivé stavební práce. Důraz musí být kladen především na dodržování technických, technologických a jakostních předpisů (svařování ocelových konstrukcí, zpracování betonové směsi, ošetřování betonu, doba odstranění bednění od betonáže, doba zatížení železobetonových konstrukcí od betonáže, extrémní teploty a nadměrná vlhkost, atd.).

Při provádění musí být stavební činnost koordinována s projekty ostatních profesí (VZT, EI, ZI, ÚT atd.).

Během všech fází výstavby musí být zajištěna stabilita budovaných konstrukcí.

10. Seznam použitého softwaru

- Dlubal RFEM5
- Fin EC v5
- AutoCAD 2007
- RECOC
- Microsoft WORD, EXCEL

11. ZÁVĚR

V diplomové práci jsem se zabýval návrhem administrativní budovy u skladovacího a výrobního objektu. Zaměřil jsem se na nejvíce namáhané prvky konstrukce a ty jsem nadimenzoval. Všechna řešené prvky byly navrženy a posouzeny dle platných norem a zásad. Prvky byly dimenzovány na vnitřní síly získané s výpočtového programu Dlubal RFEM, kde byl vytvořen prutový 3D model. Vnitřní síly byly ověřeny pro jeden zatěžovací stav a to pro vítr z východu. Dimenzování jednotlivých prvků proběhlo většinou ručně s ověřením ve výpočtovém programu.

Byly vytvořeny výkresy skladeb prvků, schémata prvků s znázorněným uložením a vnitřními silami, výrobní výkresy řešených prvků. V jednotlivých prvcích bylo dbáno na proveditelnost, výrobní tolerance a sestavitelnost konstrukce.

Během vypracovávání této diplomové práce jsem se naučil, že je velmi důležité rozmyslet si výrobní detaily a návaznost jednotlivých konstrukcí ještě před tím, než se začne vytvářet výpočtový model.

12. Použitá literatura a normy

- [1] ČSN EN 1990 (73 0002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-1-1 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [4] ČSN EN 1991-1-1 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [5] ČSN EN 1992-1-1 (73 1201) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [6] ČSN EN 206: Beton – specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [7] ČSN P 73 2404: Beton – specifikace, vlastnosti, výroba a shoda - Doplnující informace
- [8] ČSN EN 13670: Provádění betonových konstrukcí
- [9] ČSN EN ISO 4063 (05 0011): Svařování a příbuzné procesy - přehled metod a jejich číslování
- [10] ZICH, Miloš a kol.: Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů, Praha: Verlag Dashöfer, 2010

13. Seznam použitých zkratk a symbolů

A_s	plocha hlavní výztuže
$A_{s, req}$	nutná plocha výztuže
$A_{s, skut}$	skutečná plocha výztuže
$A_{s, max}$	maximální plocha výztuže
$A_{s, min}$	minimální plocha výztuže
b	vyšetřovaná šířka desky
c	návrhová hodnota krycí vrstvy
c_{dir}	součinitel směru větru
c_e	součinitel expozice
c_{min}	minimální krycí vrstva
c_{nom}	jmenovitá nominální hodnota krycí vrstvy
c_{pe}	součinitel vnějšího tlaku větru
c_{season}	součinitel ročního období
c_t	tepelný součinitel
d	účinná výška průřezu
E_s	modul pružnosti oceli
f_{cd}	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{ck}	charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{ctd}	návrhová pevnost betonu v tahu
$f_{ctk; 0,05}$	pětiprocentní kvantil pevnosti betonu v tahu
f_{ctm}	průměrná pevnost betonu v tahu
f_{cm}	průměrná pevnost betonu v tlaku

f_{yd}	návrhová mez kluzu oceli
f_{yk}	charakteristická mez kluzu oceli
g_k	charakteristické zatížení stálé
g_d	návrhové zatížení stálé
h	výška objektu, tloušťka desky
l_{eff}	efektivní rozpětí
l_0	návrhová přesahová délka
$l_{0,min}$	minimální přesahová délka
$l_{b,min}$	minimální kotevní délka
l_{bd}	návrhová kotevní délka
$l_{bd,rqd}$	základní kotevní délka
M_{Ed}	návrhový moment od zatížení
M_{Rd}	moment na mezi únosnosti
q_b	základní dynamický tlak větru
q_d	návrhové zatížení nahodilé plošné (liniové)
q_k	charakteristické zatížení nahodilé plošné (liniové)
$q_{p(z)}$	maximální dynamický tlak větru
s	zatížení sněhem
s_k	charakteristické zatížení sněhem
$tl.$	tloušťka
u_{max}	maximální posun konstrukce
v_b	základní rychlost větru
$v_{b,0}$	výchozí hodnota základní rychlosti větru
V_{Ed}	návrhová posouvající síla od zatížení
$V_{Rd,c}$	návrhová únosnost betonu ve smyku
x	výška tlačené části betonu
z	rameno vnitřních sil
z_0	parametr drsnosti terénu
z_{min}	minimální výška
z_{max}	maximální výška
$Z\check{S}$	zatěžovací šířka
α_1	součinitel tvaru prutů
α_2	součinitel pro krycí vrstvu
α_3	součinitel ovinutí příčnou výztuží
α_4	součinitel ovinutí přivařenou příčnou výztuží
α_5	součinitel ovinutí příčným tlakem
α_6	součinitel procenta stykování výztuže
γ_c	součinitel spolehlivosti materiálu pro beton
γ_s	součinitel spolehlivosti materiálu pro ocel
ϵ_{cu3}	poměrné přetvoření betonu pro návrhový bilineární pracovní diagram
ϵ_s	poměrné přetvoření ve výztuži
ϵ_{yd}	poměrné přetvoření oceli
μ_1	součinitel sklonu střechy
η_1	součinitel podmínek betonáže
η_2	součinitel zohledňující velikost zrn kameniva

\emptyset	průměr ocelových vložek
v_{\min}	minimální napětí ve smyku
ρ	hustota vzduchu
ρ	stupeň vyztužení
ϕ_{\max}	maximální prutové pootočení

14. Seznam příloh

P1) Použité podklady

P2) Statický výpočet - vnitřní síly

P3) Statický výpočet - dimenzování, dílčí výpočty

P4) Montážní zpráva

P5) Výkresová dokumentace